

강도에 따른 산림 걷기 운동 시 회복방법이 심박수, 혈중젖산농도, 혈중글루코스에 미치는 영향

김기홍¹, 민준원², 유정빈³, 김조은⁴, 손재현^{5*}

¹단국대학교 생활체육학과 부교수, ²단국대학교 의과대학 부교수, ³단국대학교 산학협력단 연구원, ⁴단국대학교 석사, ⁵단국대학교 스포츠과학연구소 연구원

The Effect of recovery method after forest walking exercise by intensity on heart rate, blood lactic acid and blood glucose

Ki-Hong Kim¹, Jun-Won Min², Jeong-Bin Yu³, Jo-Eun Kim⁴, Jae-Heon Son^{5*}

¹Associate Professor, Department of Recreation and Leisure Sports, Dankook University

²Associate Professor, College of Medicine Medical Science, Dankook University

³Researcher, Industry-Academy Cooperation, Dankook University

⁴Master, Physical Education, Dankook University

⁵Researcher, Sports Science Institute, Dankook University

요약 이 연구는 천안시 태조산의 산림 경사 트레킹 시 80bpm 및 130+30bpm의 속도로 걷기 운동 후 정적회복 및 동적회복방법이 회복 중 심박수, 혈중젖산농도, 혈중글루코스에 미치는 영향을 분석하여 산림환경의 경사 트레킹 후 효율적인 회복방법을 알아보고자 하였다. 걷기 운동을 하는데 이상이 없는 20-30대 남자 9명을 대상으로 80bpm 속도와 130+30bpm 속도로 트레킹 후 정적회복방법과 동적회복방법에 따라 얻은 결과를 이원 반복측정 분산분석(Two-way repeated ANOVA)방법으로 분석하였으며, 유의한 차이가 나는 경우 contrast의 repeated 방법을 적용하여 비교 분석하였다. 80bpm 조건에서의 심박수는 방법(p=.008)과 시기(p=.000)에 따라 유의한 차이가 있었으며, 혈중젖산농도는 회복방법에 따라 유의한 차이가 없었으나(p=.401), 시기에 따라 유의한 차이가 나타났다(p=.000). 혈중글루코스는 회복방법에 따라 유의한 차이가 나타나지 않았으며(p=.093), 정적회복방법의 시기에 유의한 차이가 나타났다(p=.002). 130bpm+30bpm 조건에서의 심박수는 방법(p=.002)과 시기(p=.000)에 따라 유의한 차이가 있었으며, 혈중젖산농도는 방법(p=.001)과 시기(p=.000)에 따라 유의한 차이가 나타났고, 혈중글루코스농도는 방법(p=.721)과 시기(p=.090)간 유의한 차이가 나타나지 않았다.

주제어 : 산림 경사 트레킹, 정적회복, 동적회복, 심박수, 혈중젖산농도, 혈중글루코스

Abstract This study was conducted to investigate the effects of static recovery and dynamic recovery methods on heart rate, blood lactic acid concentration, and blood glucose during recovery after walking at the speed of 80bpm and 130+30bpm upon trekking of forest slopes in Taejo Mountain in Cheonan. 9 men in their 20s and 30s who had no abnormality in walking was subject to this experience. The result of through static recovery and dynamic recovery methods while trekking at the speed of 80bpm and 130+30bpm were analyzed by two-way repeated ANOVA. When there was a significant difference, the repeated method of contrast was applied to compare and analyze. The heart rate at 80bpm condition was significantly different depending on the method(p=.008) and time(p=.000) and there was no significant difference in blood lactic acid concentration for the recovery method(p=.401), but there was a significant difference depending on the time(p=.000). Blood glucose did not show significant difference according to the recovery method(p=.093), and there was significant difference depending on the time of static recovery method(p=.002). The heart rate in 130bpm + 30bpm condition was significantly different depending on to the method(p=.002) and time(p=.000), blood lactic acid concentration was significantly different depending on the method(p=.001) and time(p=.000), and blood glucose concentration was not significantly different between the time(p=.090) and the method(p=.721).

Key Words : Forest slope Trekking, Static Recovery, Dynamic Recovery, Heart Rate, Blood Lactic acid, Blood Glucose

*This paper was written with the support of the research program sponsored by the Korea Forestry Agency (2021396C10-2123-0107).

*This article is extended from the conference paper presented at ICCT2021.

*Corresponding Author : Jae Heon Son(12201026@dankook.ac.kr)

Received October 15, 2021

Revised November 16, 2021

Accepted December 20, 2021

Published December 28, 2021

1. 서론

산림환경에서의 운동은 생리적·심리적 요인이 완화되고[1], 스트레스 감소와 알파파의 증가로 생리적 치료의 수단이 될 수 있으며[2], 인위적으로 조성된 환경에서의 운동보다 산림이 가지는 원시성과 녹색공간에서의 운동이 스트레스를 줄이는 데 효과적이다[3]. 또한, 산림환경은 해안 환경보다 각성상태에서 항진되는 뇌 활동의 억제와 심박수, 혈압 및 코르티솔을 낮추어 회복에 효과적이라 보고하였다[4].

한편 산행은 등산과 하산을 포함하고 있어 중도에 포기하는 것이 어렵기에 적절한 운동강도와 회복방법을 통해 안전한 하산까지 수행할 수 있어야 한다[5]. 운동 중 피로는 다양한 요인으로 유발되며[6], 반복적인 근수축으로 인한 대사산물의 축적, 에너지 고갈과 같은 근육의 대사적인 변화에 의해 나타날 수 있고, 운동 수행능력에 부정적인 영향을 미친다[7]. 운동 후 발생하는 피로는 통증, 운동 부전 등과 같은 부작용을 초래하기 때문에 운동 후 빠른 회복이 요구된다[8-13].

운동 후 회복은 안정 시 상태로 되돌아감을 의미하며[14], 이를 위한 회복방법으로 정적회복방법과 동적회복방법이 존재한다[15,16]. 이와 관련된 선행연구에서는 혈중젖산농도가 정적회복방법보다 동적회복방법이 긍정적 영향을 미친다고 하였으며[17], 태권도 경기 간 휴식시간 중 회복방법과 글루코스 섭취의 유·무에 따라 혈중젖산농도가 변화를 나타내어[18] 회복방법에 따라 근 피로의 지표로 활용되는 혈중젖산농도가 다르게 나타날 수 있음을 시사하였다.

최근 산림환경에 존재하는 피톤치드는 시상하부에 작용하여 교감신경 억제와 부교감신경 활성을 증가시켜 자율신경계를 안정화할 수 있다는 증거가 제시되고 있다[19,20]. 운동과 같은 스트레스는 시상하부를 자극하여 교감신경을 활성화시켜 심박수를 증가시키기 때문에[21], 운동 후 심박수의 감소는 신체가 안정 시 수준의 대사로 복귀하는 것을 의미하지만, 운동 후 동적회복방법 시 운동강도에 따라 운동부하로 인식되어 심박수가 오히려 증가하기 때문에 심박수의 회복에서는 정적회복이 더욱 긍정적일 수도 있다고 하여[15], 경사가 불규칙한 산림환경에서 수행되는 활동에 적합한 회복전략을 조사해 볼 필요가 있을 것으로 보인다.

이처럼 산림환경에서의 운동은 치유의 목적으로 효과를 보이며, 피톤치드[19, 20]와 경사로 인해 일반적인 운동

환경과 다르다는 것을 고려하여 활동 후 회복을 위한 휴식 전략의 조사가 필요할 것으로 사료되어 이 연구에서는 산림환경에서의 걷기 운동 후 회복방법에 따라 심박수, 혈중젖산농도, 혈중글루코스에 미치는 변화를 관찰하여 체력수준에 맞는 범위 내에서 효율적이고 안전한 산림환경 속 걷기 운동을 시행할 수 있게 회복방법에 따른 변화 추이를 분석하여 적절한 회복방법 선택의 기초자료를 제시하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

이 연구의 대상은 자발적으로 참여 의사를 밝히고 심혈관계질환이 없으며, 경사도 걷기를 실시하는데 제한이 없는 20-30대 남성 9명을 대상으로 실시하였으며, 연구목적 및 절차에 대한 설명을 듣고 서면동의서에 서명한 대상으로 진행하였다. 또한, 실험 도중 언제든지 중도 포기할 수 있음을 안내하였다. 연구대상자의 일반적인 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. General characteristics of subjects

N	Age	body weight(kg)	Height (cm)	BMI
9	29.33 ±2.78	84.56 ±10.15	176.22 ±2.82	27.24 ±1.74
M±SD				

2.2 실험절차

2.2.1 걷기 운동방법

걷기 운동 수행 시 메트로놈 어플리케이션(Frozen Ape Pte, Singapore)의 음향피드백에 맞추어 걷도록 하였으며, 걷기 운동의 실시방법은 80beats per min의 속도로 지속하여 걷는 운동방법과 130beats per min의 속도로 1분, 30beats per min의 속도로 1분씩 교대하여 걷는 운동 2가지 방법으로 실시하였다. 2가지 걷기 운동과 2가지 회복방법을 무작위 교차 배분하여 총 4회 실험에 참여하였으며, 트레이닝의 효과를 최소화하기 위하여 모든 대상자는 조건별 일주일 후에 실험에 참여하도록 하였다.

2.2.2 회복방법

2가지 방법의 걷기 운동 수행 후 2가지 회복방법

(동적, 정적)을 실시하였으며, 회복시간은 30분으로 설정하였다[22]. 동적회복은 80bpm에 맞추어 산림에 조성된 평지 구간을 왕복하여 30분간 걷도록 하였으며, 정적회복은 산림환경에서 가만히 앉은 상태로 30분간 회복을 실시하였다.

2.2.3 심박수 측정

심박수 측정은 실험시작 30분전 안정시 심박수를 측정하였으며, 2가지 운동방법에 따른 운동 직후 심박수, 2가지 회복방법에 따른 5분 후, 10분 후, 20분 후, 30분 후에 측정하였으며, 무선심박측정센서(Polar, Finland)를 사용하여 총 6회 측정하였다.

2.2.4 젖산농도 측정

젖산 측정은 실험 시작 30분 전 안정 시 젖산을 측정하였으며, 측정값이 2mmol 이하의 대상자만 실험에 참여하였다. 또한, 2가지 운동방법 실시 직후와 2가지 회복방법에 따른 회복 5분 후, 회복 10분 후, 20분 후, 30분 후를 휴대용 젖산 분석기(Arkray, Japan)를 이용하여 총 6회 측정하였다.

2.2.5 혈중글루코스 측정

혈중글루코스 측정은 실험 시작 30분 전 안정 시 혈중글루코스를 측정하였으며, 8시간의 공복을 유지하였다. 측정값이 100mg/dL 이상으로 나올 시 30분 동안 안정을 취한 후 재측정하였으며, 100mg/dL 미만으로 나올 시에만 실험을 진행하였다. 2가지 운동방법 실시 직후, 2가지 회복방법 5분 후, 10분 후, 20분 후, 30분 후를 휴대용 혈당측정기(한독, Korea)를 사용하여 총 6회 측정하였다.

2.3 자료처리 및 분석방법

이 연구의 자료처리는 IBM SPSS Statistics(ver 22.0) 통계프로그램을 사용하여 모든 변인의 평균과 표준편차를 산출하였으며, 회복방법과 시기에 따라 심박수, 젖산농도, 혈중글루코스를 Repeated measurement two-way ANOVA 방법을 이용하여 분석하였다. 유의한 차이가 발생하는 경우 contrast의 repeated 방법으로 사후비교하였으며, 통계적인 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

3. 연구 결과

3.1 회복방법에 따른 심박수 변화

3.1.1 80bpm 걷기 운동 시 회복방법에 따른 심박수 변화

산림에서의 80bpm 걷기 후 회복방법에 따른 심박수 변화에 대한 반복측정 이원변량분석 결과 2가지 회복방법(정적, 동적)에 따른 심박수는 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며($p=.008$), 사후비교결과 회복 5분($p=.000$), 회복 10분($p=.001$), 20분($p=.01$), 30분($p=.022$)에서 정적회복방법이 낮게 나타났다.

시기에 따라서도 유의한 차이가 나타났으며($p=.000$), 사후비교 결과 2가지 회복방법 모두 안정시 보다 운동 직후에 높게 나타났고($p=.000$, $p=.000$), 운동직후보다 회복 5분후 낮게 나타났으며($p=.000$, $p=.000$), 회복 5분 후보다 10분 후 낮게 나타났고($p=.000$, $p=.046$), 회복 10분후보다 20분후에 낮게 나타났다($p=.047$, $p=.017$). 또한, 회복방법과 시기에 따른 상호작용효과도 유의한 차이를 나타냈다($p=.000$).

Table 2. Changes in Heart Rate according to Recovery Methods By Exercise Intensity (bpm)

	recovery Method	①rest	②exercise post	③recovery 5m	④recovery 10m	⑤recovery 20m	⑥recovery 30m	Contrast		F	p
80 bpm	ⒶStatic recovery	77.78 ±7.07	165.22 ±14.94	98.44 ±11.97	94.67 ±11.32	91.56 ±11.88	90.67 ±11.09	①<***②***③***④⑤⑥	Type	12.244	.008
	ⒷDynamic recovery	71.89 ±10.53	162.78 ±16.73	107.44 ±11.48	103.22 ±13.31	98.22 ±12.88	97.22 ±8.98	①<***②***③④⑤⑥	time	295.159	.000
	Contrast	NS	NS	Ⓐ<Ⓑ***	Ⓐ<Ⓑ**	Ⓐ<Ⓑ*	Ⓐ<Ⓑ*		(T)x(t)	8.551	.000
130+30 bpm	ⒶStatic recovery	70.22 ±9.77	174.44 ±9.84	104.67 ±12.64	104.78 ±10.32	99.56 ±11.30	89.00 ±7.38	①<***②***③④⑤⑥***	Type	21.835	.002
	ⒷDynamic recovery	73.00 ±9.79	177.89 ±11.95	117.22 ±11.29	110.22 ±15.31	106.44 ±11.29	101.89 ±6.41	①<***②***③④⑤⑥	time	392.594	.000
	Contrast	NS	NS	Ⓐ<Ⓑ**	NS	Ⓐ<Ⓑ*	Ⓐ<Ⓑ***		(T)x(t)	2.936	.024

M±SD, * $p=.05$, ** $p=.01$, *** $p=.001$

Table 3. Changes in Blood lactate Acid by Recovery Methods by Exercise Intensity (mmol)

	recovery Method	①rest	②exercise post	③recovery 5m	④recovery 10m	⑤recovery 20m	⑥recovery 30m	Contrast		F	p
80 bpm	ⒶStatic recovery	1.47 ±0.37	4.63 ±4.06	3.43 ±2.60	3.21 ±2.94	2.54 ±2.77	2.33 ±2.08	①<*(②③④)⑤*⑥	Type	.785	.401
	ⒷDynamic recovery	1.31 ±0.18	3.94 ±2.41	3.56 ±3.39	2.94 ±2.83	2.72 ±2.05	1.99 ±1.64	①<②*(③④⑤)⑥*	(T)x(t)	.815	.546
130+30 bpm	ⒶStatic recovery	1.62 ±.44	8.14 ±0.79	7.72 ±1.20	8.89 ±2.03	6.19 ±2.14	4.11 ±1.27	①<②***③④)⑤***⑥*	Type	26.474	.001
	ⒷDynamic recovery	1.66 ±0.69	7.98 ±1.47	6.91 ±2.21	4.98 ±2.11	3.68 ±1.95	2.07 ±.086	①<***②<③*)④***⑤*)⑥**	time	106.886	.000
	Contrast	NS	NS	NS	Ⓐ)⑥***	Ⓐ)⑥**	Ⓐ)⑥**		(T)x(t)	10.721	.000

M±SD, *p=.05, **p=.01, ***p=.001

3.1.2 130bpm+30bpm 걷기 운동 시 회복방법에 따른 심박수 변화

산림에서의 130bpm+30bpm 걷기 후 회복방법에 따른 심박수 변화에 대한 반복측정 이원변량분석 결과 2가지 회복방법(정적, 동적)에 따른 심박수는 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며(p=.002), 사후비교결과 회복 5분(p=.005), 20분(p=.022), 30분(p=.000)에서 정적회복 방법이 낮게 나타났다.

시기에 따라서도 유의한 차이가 나타났으며(p=.000), 사후비교 결과 2가지 회복방법 모두 안정시보다 운동 직후에 높게 나타났으며(p=.000, p=.000), 운동직후보다 회복 5분후에 낮게 나타났다(p=.000, p=.000). 한편, 정적회복방법에서는 회복 20분 후보다 회복 30분 후에 낮게 나타났다(p=.002). 또한, 회복방법과 시기에 따른 상호작용효과 또한 유의한 차이를 나타냈다(p=.024).

3.2 회복방법에 따른 혈중젖산농도 변화

3.2.1 80bpm 걷기 운동 시 회복방법에 따른 혈중젖산농도의 변화

산림에서의 80bpm 걷기 후 회복방법에 따른 혈중젖산농도 변화에 대한 반복측정 이원변량분석 결과 2가지 회복방법(정적, 동적)에 따른 혈중젖산농도는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(p=.401). 한편 시기에 따라서는 유의한 차이가 나타났으며(p=.000), 사후비교 결과 2가지 회복방법 모두 안정시와 운동직후 유의한 차이가 나타났다(p=.036, p=.012). 또한, 정적회복방법에서는 회복 10분후보다 회복 20분 후 낮게 나타났고(p=.019), 동적회복방법에서는 회복 20분 후보다 회복 30분 후에 낮게 나타났다(p=.023).

3.2.2 130bpm+30bpm 걷기 운동 시 회복방법에 따른 혈중젖산농도의 변화

산림에서의 130bpm+30bpm 걷기 후 회복방법에 따른 혈중젖산농도 변화에 대한 반복측정 이원변량분석 결과 2가지 회복방법(정적, 동적)에 따른 혈중젖산농도는 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며(p=.001), 사후비교 결과 회복 10분 후(p=.000), 회복 20분 후(p=.001), 회복 30분 후(p=.001) 정적회복에서 모두 높게 나타났다. 또한, 시기에 따른 사후비교 결과 2가지 회복방법 모두에서 안정시보다 운동직후 높게 나타났으며(p=.000, p=.000), 정적회복방법에서는 회복 10분후보다 회복 20분후 낮게 나타났으며(p=.000), 회복 20분후보다 회복 30분후에 낮게 나타났(p=.000). 동적회복방법에서는 운동직후보다 회복 5분후에 낮게 나타났고(p=.010), 회복 5분후보다 회복 10분후에 낮게 나타났으며(p=.000), 회복 10분후보다 20분후에 낮게 나타났고(p=.001), 회복 20분후보다 회복 30분후(p=.009)에 낮게 나타났다. 또한, 회복방법과 시기에 따른 상호작용효과 또한 유의한 차이를 나타냈다(p=.000).

3.3 회복방법에 따른 혈중글루코스농도 변화

3.3.1 80bpm 걷기 운동 시 회복방법에 따른 혈중글루코스농도의 변화

산림에서의 80bpm 걷기 후 회복방법에 따른 혈중글루코스농도 변화에 대한 반복측정 이원변량분석 결과 2가지 회복방법(정적, 동적)에 따른 혈중글루코스농도는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(p=.093). 한편 시기에 따라서는 유의한 차이가 나타났으며(p=.002), 사후비교 결과 정적회복방법에서 운동직후보다 회복 5분 후에 낮게 나타났다(p=.008).

Table 4. Changes in Blood Glucose by Recovery Methods by Exercise Intensity (mg/dl)

exercise	recovery Method	①rest	②exercise post	③recovery 5m	④recovery 10m	⑤recovery 20m	⑥recovery 30m	Contrast		F	p
80 bpm	ⒶStatic recovery	99.44 ±6.13	98.00 ±5.34	111.33 ±13.11	108.33 ±10.26	105.33 ±10.82	103.22 ±12.13	①②<③**④⑤⑥	Type	3.648	.093
	ⒷDynamic recovery	98.44 ±5.81	98.11 ±12.06	106.22 ±9.58	102.67 ±5.61	98.67 ±6.25	100.78 ±6.69	NS	time	4.792	.002
130+30 bpm	ⒶStatic recovery	99.78 ±5.07	97.67 ±8.57	105.56 ±9.32	104.78 ±7.10	105.67 ±8.12	105.33 ±9.06	NS	(T)x(t)	.884	.501
	ⒷDynamic recovery	99.44 ±7.25	99.67 ±14.69	103.00 ±9.51	103.89 ±16.68	103.78 ±9.91	101.22 ±7.95	NS	Type	.137	.721
									time	2.063	.090

M±SD, *p=.05, **p=.01, ***p=.001, re: recovery, ex:exercise

3.3.2 130bpm+30bpm 걷기 운동 시 회복방법에 따른 혈중글루코스농도의 변화

산림에서의 130bpm+30bpm 걷기 후 회복방법에 따른 혈중글루코스농도 변화에 대한 반복측정 이원변량 분석 및 사후비교 결과는 Table 4와 같다. 2가지 회복 방법(정적, 동적)에 따른 혈중글루코스농도는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으며(p=.721), 시기에 따라 서로 유의한 차이가 나타나지 않았다(p=.090). 회복 방법과 시기에 따른 상호작용효과 또한 나타나지 않았다 (p=.820).

4. 논의

이 연구는 평균 10-15%의 경사로 이루어진 600m 구간의 코스를 80bpm 및 130bpm+30bpm의 속도로 걷기 운동 실시 후 정적회복방법 및 동적회복방법에 따른 심박수, 혈중젖산농도, 혈중글루코스의 변화를 측정 하였으며, 이를 통해 얻은 결과물을 바탕으로 회복방법에 따른 측정 변인의 변화를 중점으로 논의하고자 한다.

운동 직후 심박수는 운동으로 인한 자극을 나타내는 지표들과 연관되어있으며[14, 23], 회복 운동의 강도가 높을수록 심박수 회복에는 부정적인 영향을 미친다 [23-28]. 복싱경기 시 회복방법에 따른 심박수의 회복 에서 동적 회복방법이 정적회복방법에 비해 높았으며 [15], 최대 운동부하 검사 후 스포츠마사지 회복과 저강도 동적회복, 정적회복방법을 적용하여 운동 후 1분, 운동 후 5분 후의 심박수 회복을 비교한 결과 최대산소섭취량의 30-40%의 강도로 실시한 동적회복이 정적회복에 비해 높은 심박수를 보여[29]이 연구의 결과와 일치하였다.

이는 동적회복방법 시 수행된 80bpm 의 속도로 30 분간 산림 평지를 걷는 운동이 근육 관절의 움직임 포함

하여 압박 수용기로부터 전해지는 구심성 신호가 지속 되어 정적회복에 비해 심박수가 높게 유지된 것으로 생각되며, 근방추(muscle spindle), 골지건기관(golgi tendon organ)과 같은 근육의 기계수용기(mechanoreptor)는 근육의 움직이는 속도와 힘에 민감하며[30], 이와 같은 말초 피드백은 운동압력반사로(exercise pressor reflex), 근육의 기계 수용기는 운동에서의 심혈관작용에 영향을 미친 것으로 생각된다[30-32].

혈중젖산은 근 피로의 판단 지표 중 하나로[33], 혈중 젖산의 감소는 운동 시 회복에서 중요한 의미를 가진다 [34]. 운동으로 인해 축적된 혈중젖산의 제거는 근피로와 근수축운동의 한계를 결정할 수 있는 요인으로 젖산의 신진대사는 운동 후 회복을 위해 중요하다[35-36].

이 연구의 130bpm+30bpm 속도로 산림 걷기 실시 후 회복방법 간 혈중젖산은 유의한 차이를 나타냈다. 이는 동적회복방법이 평균 52.53%의 젖산이 제거[37]되었으며, 탄성 밴드를 이용한 동적회복방법이 젖산의 높은 감소를 보였고[14], VO₂Max 35% 강도의 동적회복이 젖산감소에 효과가 있는 것으로 보고[38]하여 이 연구의 결과와 부분적으로 일치하였다.

젖산의 생성은 충분한 유산소 조건에서도 생성되고, 글루코스 재합성을 위한 전 단계 물질로 중요하게 작용 하며, 운동 중 사용되는 글루코스의 일부는 젖산으로부터 생성된 것으로 간주된다[39]. 이 연구에서 동적회복방법 시 젖산의 감소가 글루코스의 일부로 전환되어 에너지로 이용되었을 것이라 판단된다.

반면, 80bpm 속도로 산림 걷기 실시 후 회복방법 간 혈중젖산은 유의한 차이를 나타내지 않았다. 혈중젖산농도가 4mM이 되는 시점을 젖산역치 혹은 혈중젖산농도 축적시점(OBLA)[40]임을 생각해볼 때 이는 80bpm 속도의 산림 걷기 운동이 젖산역치 수준 이하의 운동

강도로 실시된 것을 알 수 있으며, 젖산역치 수준 이하로 운동을 수행할 경우 충분한 산소공급으로 젖산의 농도 변화가 없고, 젖산이 글루코스의 분해과정에 의해 휴식과 운동 중 생성되고, 운동강도에 비례하여 젖산의 생성률이 증가하나, 최대산소소비량의 65%의 강도까지는 이용률과 산소의 공급이 균형을 이루어 혈중젖산농도의 회복 방법 간 변화는 나타나지 않은 것으로 생각된다[41,42].

글루코스(glucose)는 섭취된 탄수화물로부터 최종 분해되어 중요한 에너지원으로 사용되며[43], 운동 후 증가된 혈중젖산농도의 약 20%는 간에서 글루코스로 전환되기 때문에 회복기 동안 혈중글루코스 농도는 상승하며, 혈중젖산농도는 감소한다[44,45].

이 연구결과에서 80bpm의 속도로 산림 걷기 실시 후 정적회복방법의 운동 직후와 회복방법 실시 5분 후에서 유의한 차이가 나타났으며, 회복방법 간에는 유의한 차이가 없었다. 80bpm의 동적회복방법 및 130bpm+30bpm의 두 가지 회복방법 실시 5분 후에서 측정된 글루코스가 통계적 유의한 차이는 없으나 수치가 향상된 것을 볼 수 있으며, 이는 운동 직후 근육으로의 혈류량이 증가하여 글루코스의 이동이 많이 나타나기 때문에 운동 직후 증가한 것으로 생각되며[46], 생성된 젖산은 휴식과 운동 중 주로 근육과 심장을 포함하는 신체 조직에 산화되어 에너지원으로 이용되어 장시간의 운동 중 글루코스 생성에 이용되도록 하여 혈중글루코스 농도의 일정한 유지를 위한 생리적 항상성 유지에 영향을 미친 것으로 생각된다[39].

5. 결론 및 제언

이 연구는 산림환경에서 운동강도별 걷기 운동 실시 후 회복방법에 따른 심박수, 젖산, 혈중글루코스에 미치는 영향을 알아보기 위하여 80bpm 및 130bpm+30bpm의 속도로 경사도 걷기 운동 실시 후 정적회복방법과 산림환경에서 조성된 평지를 80bpm의 속도로 걷는 동적회복방법에 따른 심박수, 젖산, 혈중글루코스를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

80bpm 속도로 걷기 실시 후 회복방법에 따른 심박수는 정적회복방법이 동적회복방법에 비해 빠른 감소를 보였으며, 혈중젖산농도는 정적회복방법 및 동적회복방법 모두에서 감소하는 경향을 보였으나, 회복방법 간 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다. 혈중글루코스농도에서는 정적회복방법 실시 후 5분 후를 제외하고

회복방법 간 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

130bpm+30bpm 속도로 걷기 실시 후 회복방법에 따른 심박수는 정적회복방법이 동적회복방법에 비해 빠른 감소를 보였으며, 혈중젖산농도는 정적회복방법에 비해 동적회복방법에서 빠른 감소를 보였다. 혈중글루코스 농도는 회복방법에 따라 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.

이를 종합해보면 강도별 운동 시 회복방법에 따른 심박수, 혈중젖산농도의 변화가 나타날 수 있으며, 저강도의 운동 후 회복방법에 따른 심박수는 동적회복에 비해 정적회복이 효과적임을 알 수 있고, 고강도의 운동 후 회복방법 또한 정적회복이 효과적임을 알 수 있다. 저강도 운동 후 회복방법에 따른 혈중젖산농도는 회복방법 간 차이가 없는 것을 알 수 있으나, 시기에 따라 감소하는 경향을 보여 정적회복 및 동적회복 두 방법 모두 효과적임을 알 수 있었고, 고강도의 운동 후 정적회복에 비해 동적회복이 효과적임을 알 수 있다.

이 연구의 제한점은 강도별 걷기 운동 시 회복방법에 따른 실험군 간 차이만 규명하여, 대조군과의 회복의 차이를 확인하지 못하였으며, 추후 연구에는 대조군을 두어 운동 후 회복 증대 효과를 규명하는 연구가 수행될 필요가 있을 것으로 판단된다.

REFERENCES

- [1] S. N. Park. (2016) A study on anti-stress effect of phytoncides, Unpublished doctoral dissertation, Daejeon University, Republic of Korea. (in Korean English abstract).
- [2] W. S. Shin, P. S. Yeoun & J. H. Lee. (2007). The impact that a forest experience influences on a human mental state stability. *J. Korean Inst. For. Recreat*, 11(3), 37-43.
- [3] S. H. Cho. (2015). A study on recovery of wellness healing forest. *Journal of Korean Institute of Culture Product & Design*, 41, 81-96.
- [4] B. J. Park & Y. MIYAZAKI. (2008). Physiological effects of viewing forest landscapes: Results of field tests in Atsugi city, Japan. *Journal of Korean Society of Forest Science*, 97(6), 634-640.
- [5] J. W. Lee, B. J. Park & Y. H. Choi. (2000). A Study on Exercise Load of Trails in Chirisan National Park. *Korean journal of environment and ecology*, 13(4), 348 - 353 .
- [6] W. J. Kraemer & N. A. Ratamess. (2004).

- Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Medicine & science in sports & exercise*, 36(4), 674-688.
DOI : 10.1249/01.mss.0000121945.36635.61
- [7] D. Kay, F. E. Marino, J. Cannon, A. S. C. Gibson, M. I. Lambert & T. D. Noakes. (2001). Evidence for neuromuscular fatigue during high-intensity cycling in warm, humid conditions. *European journal of applied physiology*, 84(1), 115-121.
DOI : 10.1007/s004210000340
- [8] Y. K. Jeon. (2014). The Effect of Post Anaerobic Power Exercise Recovery methode Type of SOD, CAT and MDA. *The Korean Society Of Sports Science*, 23(5), 1147-1156.
- [9] Y. S. Jin, M. W. Kim, Y. K. Kim, H. J. Lee, J. Y. Park & T. W. Kim. (1998). The Validity of Anaerobic Capacity and Fatigue Index of Wingate Test. *The Korean Journal of Sports Medicine*, 16(1), 97-106.
- [10] K. Sahlin. (1992). Metabolic factors in fatigue. *Sports Medicine*, 13(2), 99-107.
DOI : 10.5040/9781492596240.ch-009
- [11] J. Takahashi, K. Ishihara & J. Aoki. (2006). Effect of aqua exercise on recovery of lower limb muscles after downhill running. *Journal of Sports Sciences*, 24(8), 835-842.
DOI : 10.1080/02640410500141737
- [12] P. A. Bishop, E. Jones & A. K. Woods. (2008). Recovery from training: A brief review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 1015-1024.
DOI : 10.1519/jsc.0b013e31816eb518
- [13] S. J. Lee. (2014). *Response of heart rate and blood variable related to fatigue to various recovery methods during a bouldering game*. Master Dissertation, Kyung Hee University.
- [14] P. J. Kannankeril, F. K. Le, A. H. Kadish & J. J. Goldberger. (2004). Parasympathetic effects on heart rate recovery after exercise. *Journal of investigative medicine*, 52(6), 394-401.
DOI : 10.1097/00042871-200409000-00034
- [15] W. J. Lee, S. B. Ju & C. M. Cho. (2001). Comparison of Physiological Responses Following to the Different Recovery Trials in Boxing Bout. *The Korean Journal Of Physical Education*, 40(4), 665-675.
- [16] J. H. Choi, J. W. Kim & S. J. Kim. (2005). A Comparative Analysis of Fatigue Material between Recovery Method of Fatigue after Running Training in High Intensity. *Journal of Sport and Leisure Studies*, 23, 411-420.
DOI : 10.51979/KSSLS.2005.05.23.411
- [17] A. Rotstein, O. Inbar & N. Vaisman. (2008). The effect of sibutramine intake on resting and exercise physiological responses. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 52(1), 17-23.
DOI : 10.1159/000114290
- [18] D. S. You, H. Y. Park & M. G. Lee. (2011). Effects of type of recovery treatment on fatigue-related blood variables and physical fitness in male collegiate taekwondo players. *Exercise science*, 23(3), 261-272.
- [19] J. Lee, Y. Tsunetsugu, N. Takayama, B. J. Park, Li, Q., C. Song & Y. Miyazaki. (2014). Influence of forest therapy on cardiovascular relaxation in young adults. *Evidence-based complementary and alternative medicine*, 2014.
DOI : 10.1155/2014/834360
- [20] C. P. Yu, C. M. Lin, M. J. Tsai, Y. C. Tsai, & C. Y. Chen. (2017). Effects of short forest bathing program on autonomic nervous system activity and mood states in middle-aged and elderly individuals. *International journal of environmental research and public health*, 14(8), 897.
DOI : 10.3390/ijerph14080897
- [21] H. K. Lee, M. H. Kim, J. K. L, M. K. Park, S. O. Bin. (2013). *Easy to Understand Anatomy & Physiology*. soomoonsa.
- [22] I. Wigernæs, A. T. Høstmark, S. B. Strømme, P. Kierulf & K. Birkeland. (2001). Active recovery and post-exercise white blood cell count, free fatty acids, and hormones in endurance athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 84(4), 358-366.
DOI : 10.1007/s004210000365
- [23] T. Peçanha, R. Bartels, L. C. Brito, M. Paula-Ribeiro, R. S. Oliveira & J. J. Goldberger. (2017). Methods of assessment of the post-exercise cardiac autonomic recovery: A methodological review. *International journal of cardiology*, 227, 795-802.
DOI : 10.1016/j.ijcard.2016.10.057
- [24] H. Al Haddad, P. B. Laursen, D. Chollet, S. Ahmaidi & M. Buchheit. (2011). Reliability of resting and postexercise heart rate measures. *International journal of sports medicine*, 32(8), 598-605.
DOI : 10.1055/s-0031-1275356
- [25] R. Bartels, E. Prodel, M. C. Laterza, J. de Lima & T. Peçanha. (2018). Heart rate recovery fast-to-slow phase transition: Influence of

- physical fitness and exercise intensity. *Annals of noninvasive electrocardiology: the official journal of the International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology, Inc*, 23(3), e12521. DOI : 10.1111/ane.12521
- [26] J. M. Hagberg, R. C. Hickson, A. A. Ehsani & J. O. Holloszy. (1980). Faster adjustment to and recovery from submaximal exercise in the trained state. *Journal of Applied Physiology*, 48(2), 218-224. DOI : 10.1152/jappl.1980.48.2.218
- [27] T. N. Mann, C. Webster, R. P. Lamberts & M. I. Lambert. (2014). Effect of exercise intensity on post-exercise oxygen consumption and heart rate recovery. *European journal of applied physiology*, 114(9), 1809-1820. DOI : 10.1007/s00421-014-2907-9
- [28] T. Matsuo, K. Saotome, S. Seino, M. Eto, N. Shimojo, A. Matsushita, M. Iemitsu, H. Ohshima, K. Tanaka, & C. Mukai. (2014). Low-volume, high-intensity, aerobic interval exercise for sedentary adults: VO₂max, cardiac mass, and heart rate recovery. *European journal of applied physiology*, 114(9), 1963-1972. DOI : 10.1007/s00421-014-2917-7
- [29] H. R. Song, S. S. Joung & Y. K. Yang. (2021). Change of lactate acid and recovery heart rate pursuant to different types of treatment after maximum exercise. *The Korean Society Of Sports Science*, 30(4), 781-789. DOI : 10.35159/kjss.2021.8.30.4.781
- [30] J. W. Williamson, P. J. Fadel & J. H. Mitchell. (2006). New insights into central cardiovascular control during exercise in humans: a central command update. *Experimental physiology*, 91(1), 51-58. DOI : 10.1113/expphysiol.2005.032037
- [31] Rowell LB. *Human Circulation: Regulation During Physical Stress*. New York, NY: Oxford University Press, 1986. DOI : 10.1002/clc.4960100802
- [32] R. B. Raven, P. J. Fadel & S. Ogoh. (2006). Arterial baroreflex resetting during exercise: a current perspective. *Experimental physiology*, 91(1), 37-49. DOI : 10.1113/expphysiol.2005.032250
- [33] H. S. Kang, Y. G. Lee, K. L. Lee, S. H. Kim & G. D. Kang. (1990) The Effect of Biorhythm on the Double Product during Exercise. *Korean journal of physical education*, 29(2), 305-316.
- [34] Y. H. Ko, K. C. Im, S. M. Kim & S. J. Shin. (2004). An Analysis of the Change of Heart Rate and Blood Lactate Concentration By Recovery Time After Maximal Exercise Loading in Soccer Players. *Jeju National University Sports Promotion Center*, 10, 181-189.
- [35] I. A. N. Rollo, M. Cole, R. Miller & C. Williams. (2010). Influence of mouth rinsing a carbohydrate solution on 1-h running performance. *Med Sci Sports Exerc*, 42(4), 798-804. DOI : 10.1249/mss.0b013e3181bac6e4
- [36] G. Siciliano, M. L. Manca, M. Renna, C. Prontera, A. Mercuri & L. Murri. (2000). Effects of aerobic training on lactate and catecholaminergic exercise responses in mitochondrial myopathies. *Neuromuscular Disorders*, 10(1), 40-45. DOI : 10.1016/s0960-8966(99)00068-1
- [37] S. H. Yoo, Y. S. Jee, C. H. Jee, J. H. Yu, W. H. Lee & D. S. Park. (2009). Effects of Three Recovery Methods on Blood Lactate and Median Frequency After Wingate test. *The Journal of Korean Alliance of Martial Arts*. 11(3), 223-234. DOI : 10.35277/kama.2009.11.3.223
- [38] M. Spencer, B. Dawson, C. Goodman, B. Dascombe & D. Bishop. (2008). Performance and metabolism in repeated sprint exercise: effect of recovery intensity. *European journal of applied physiology*, 103(5), 545-552. DOI : 10.1007/s00421-008-0749-z
- [39] K. J. Kim. (2020). Scientific Analysis and Application of New Paradigm of Lactate Threshold. *Journal of coaching development*, 23(3), 78-79.
- [40] J. S. Skinner & T. H. McLellan. (1980). The transition from aerobic to anaerobic metabolism. *Res. Quart. Exerc. Sport*, 51, 234-248. DOI : 10.1080/02701367.1980.10609285
- [41] G. A. Brooks. (1991). Current concepts in lactate exchange. *Medicine and science in sports and exercise*, 23(8), 895-906. DOI : 10.1249/00005768-199108000-00003
- [42] G. A. Brooks. (2007). Lactate. *Sports medicine*, 37(4), 341-343. DOI : 10.2165/00007256-200737040-00017
- [43] I. K. Joung & J. H. Yun. (2006). *Human Performance & Exercise Physiology*. Daekyung Books.
- [44] G. A. Brooks. (1985). *Lactate: glycolytic end product and oxidative substrate during sustained exercise in mammals—the "lactate shuttle"*. In *Circulation, Respiration, and Metabolism* (pp.

208-218). Springer, Berlin, Heidelberg.
DOI : 10.1007/978-3-642-70610-3_15

- [45] G. A. Brooks. (1986). The lactate shuttle during exercise and recovery. *Medicine and science in sports and exercise*, 18(3), 360-368.
DOI : 10.1249/00005768-198606000-00019
- [46] A. Jeukendrup. (2014). A step towards personalized sports nutrition: carbohydrate intake during exercise. *Sports Medicine*, 44(1), 25-33.
DOI : 10.1007/s40279-014-0148-z

김 기 흥(Ki-Hong Kim)

[정회원]



- 2007년 2월 : 세종대학교 체육학과 (이학박사)
- 2013년 3월 ~ 현재 : 단국대학교 생활체육학과 부교수
- 관심분야 : 운동생리학, 트레이닝
- E-Mail : bodykim@hanmail.net

민 준 원(Jun-Won Min)

[정회원]



- 2012년 8월 : 단국대학교 의과대학 박사
- 2019년 3월 ~ 현재 : 단국대학교 의과대학 의학과 부교수
- 관심분야 : 유방암, 삶의 질
- E-Mail : junwon77@naver.com

유 정 빈(Jeong-Bin Yu)

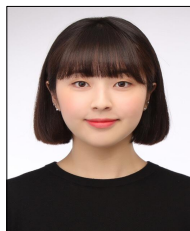
[정회원]



- 2021년 2월 : 단국대학교 체육학과 (이학박사)
- 2021년 5월 ~ 현재 : 단국대학교 산학협력단 연구원
- 관심분야 : 운동생리학, 트레이닝
- E-Mail : jungbin1992@hanmail.net

김 조 은(Jo-Eun Kim)

[학생회원]



- 2021년 8월 : 단국대학교 체육학과 (체육학 석사)
- 관심분야 : 트레이닝, 운동생리학
- E-Mail : jaebbung21@naver.com

손 재 헌(Jae-Heon Son)

[정회원]



- 2020년 8월 : 단국대학교 체육학과 (체육학 석사)
- 2020년 8월 ~ 현재 : 단국대학교 스포츠과학연구소 연구원
- 관심분야 : 트레이닝, 운동생리학
- E-Mail : 12201026@dankook.ac.kr